

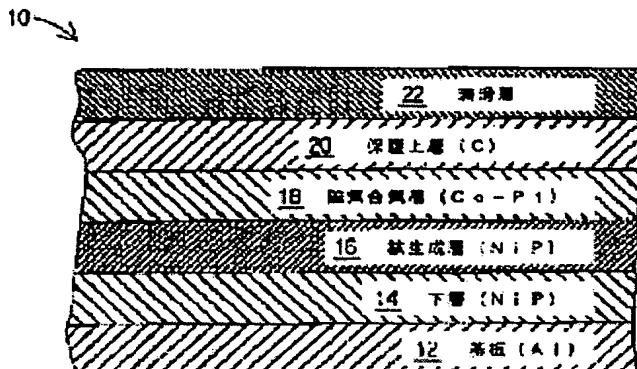
# MAGNETIC RECORDING MEDIUM WITH LOW NOISE, HIGH COERCIVE FORCE AND EXCELLENT SQUARENESS AND FORMATION OF MAGNETIC RECORDING MEDIUM

**Patent number:** JP8050715 **Also published as:**  
**Publication date:** 1996-02-20  US6013161 (A  
**Inventor:** TSUU CHIEN; JIYON KOO IEN CHIEN; RAJIBU  US5851688 (A  
YADABU RANIAN; TSUTOMU TOMU YAMASHITA;  
KIISU KADOKURA; TEIN JIYOSEFU YUUEN  
**Applicant:** KOMAG INC  
**Classification:**  
- **international:** G11B5/66; G11B5/64; G11B5/73; G11B5/85;  
G11B5/851; H01F10/16; H01F41/18; G11B5/66;  
G11B5/62; G11B5/64; G11B5/84; G11B5/85;  
H01F10/12; H01F41/14; (IPC1-7): G11B5/66; G11B5/85;  
H01F10/16; H01F41/18  
- **European:** G11B5/64D3; G11B5/73N; G11B5/851; Y01N12/00  
**Application number:** JP19950011147 19950127  
**Priority number(s):** US19940189088 19940128

[Report a data error](#) [Help](#)

## Abstract of JP8050715

**PURPOSE:** To form a magnetic recording medium having an improved signal-to-noise ratio, by using an improved CoPt-based alloy formed by doping nitrogen into a film at not less than 1% by atom. **CONSTITUTION:** A rigid thin film magnetic disk 10 has an aluminum alloy substrate 12 and a plating layer 14. The plating layer 14 is made of NiP and has a thickness of 5-20 $\mu$ m. A sputtered nucleation layer 16 is deposited on the layer 14 and has a thickness of 30-100nm. The layer 16 is made of NiP having P at about 15% by weight together with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> at 1% by weight. A magnetic alloy layer 18 is deposited on the layer 16 and contains Co, Pt and Ni. The density of platinum is 5-20% by atom and the density of nickel is 0-10% by atom while the density of cobalt is 75% by atom or more. A protective upper layer 20 and a lubricating layer 22 are sequentially provided on the layer 18. The layer 18 is then doped with nitrogen at about 1% by atom or more and sputtered without using nitrogen so that the signal-to-noise ratio of the layer 18 is increased.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-50715

(43) 公開日 平成8年(1996)2月20日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 11 B 5/66  
5/85  
H 01 F 10/16  
41/18

識別記号 庁内整理番号  
C 7303-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全9頁)

(21) 出願番号 特願平7-11147  
(22) 出願日 平成7年(1995)1月27日  
(31) 優先権主張番号 08/189088  
(32) 優先日 1994年1月28日  
(33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 591037649  
コマック・インコーポレイテッド  
KOMAG, INCORPORATED  
アメリカ合衆国カリフォルニア州95035・  
ミルピタス・サウスヒルピュウドライブ  
275  
(72) 発明者 ツー チェン  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
95030 モンテ セレノ グレゴリー ブ  
レイス 18225  
(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

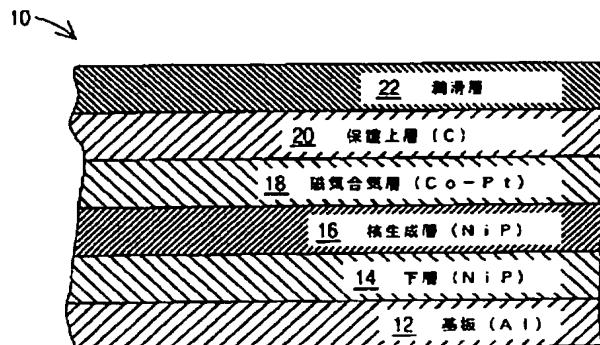
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低ノイズ、高い保磁力および優れた方形度を有する磁気記録媒体および磁気記録媒体形成方法

(57) 【要約】

【目的】 低ノイズを示し、且つ高い保磁力および優れた方形度を示す磁気記録媒体および磁気記録媒体形成方法を提供する。

【構成】 例えば1原子%もしくはそれ以上の比較的多量の窒素でドープされたCoPtを基とする磁気合金が、例えば1400エルステッドもしくはそれ以上の範囲の高い保磁力を有し、窒素でドープされない同じCoPt基合金と比較すると大きい信号対雑音比を示す。合金は例えば真空でスパッタ堆積され、窒素は、スパッタリングガスもしくはスパッタリングターゲットから取り入れられる。粒子均一性および絶縁性を提供する他の低溶解性要素は、B, P, S, C, Si, As, SeおよびTeを含む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板；および前記基板上にスパッタ堆積により形成された磁気層であって、前記磁気層は、コバルトおよび白金の合金を備える構成を有し、約1原子%以上の窒素でドープされ、窒素なしでスパッタされた磁気層と比較するとより高い信号対雑音比を示す磁気層を有することを特徴とする水平記録用の低ノイズ磁気記録媒体。

【請求項2】前記磁気層が窒素でドープされ、ドープされた磁気層が、ドープされないコバルト-白金合金の飽和磁化の少なくとも90%の飽和磁化を有し、ドープされないコバルト-白金合金の残留保磁力の方形度の少なくとも80%の残留保磁力の方形度を有することを特徴とする請求項1に記載の磁気記録媒体。

【請求項3】低ノイズ磁気薄膜記録媒体を形成する方法であって：基板を与え；前記基板上に、強磁性を示す磁気層を真空で堆積するステップから成り、前記磁気層はコバルトおよび白金を含み、1原子%以上の窒素が前記磁気層にドープされ、スパッタされ窒素をドープされた磁気層が、スパッタされたが窒素をドープされない磁気層よりも大きい信号対雑音比を示すことを特徴とする磁気記録媒体形成方法。

【請求項4】低ノイズ磁気薄膜記録媒体を形成する方法であって：基板を与え；前記基板上に核生成層をスパッタ堆積し；さらに前記核生成層上に、強磁性を示す磁気層を真空で堆積するステップから成り、

前記磁気層はコバルトおよび白金を含み、およそ1原子%以上の窒素が前記磁気層にドープされ、スパッタされかつ窒素をドープされた磁気層が、スパッタされたが窒素をドープされない磁気層よりも大きい信号対雑音比を示すことを特徴とする磁気記録媒体形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、一般にコンピュータデータ記憶装置用のリジッドディスク駆動装置において用いられる磁気記録媒体の分野に関し、特に中でも高い保磁力および飽和磁化と、低いノイズおよびPW50を提供するために比較的高い割合の窒素を含む磁気記録媒体において用いられる磁気合金に関する。

## 【0002】

【従来の技術】磁気膜のノイズ性能は、読取ジッタおよび書きジッタによって定められる。ピーク検出型記録チャネルにおいては、ノイズならびにシンボル間妨害によって、個々のビットによる記録位置（ロケーション）が不確実になり、データを読み取る際に、予期される位置からある程度の変位を伴ってデータが読み取られる。この変位はビットシフトと呼ばれる。ビットシフトは、ビットを確実に正確に読み取るために、ビットの与えられたタイミング窓に対して最小にする必要がある。読取ジッタは、ビットおよびチャネルにおける電子的ノイズか

ら得られる信号量によって主に決定される。厚い磁気膜は代表的に読取ジッタを減少させる。読取ジッタとは異なって、書きジッタは膜の真性ノイズによって決定される。薄膜媒体における真性ノイズの主な要因は、微粒子間の交換相互作用によるものである。一般に、交換相互作用が高くなると、ノイズも増大する。微粒子間の交換相互作用によるノイズは、個々の微粒子を絶縁することによって、減少させることができる。このことは、粒子間隔を開けるか、または粒子の境界に非磁性材料もしくは絶縁物を介在させることにより、達成することができる。離間する間隔は、わずか数オングストロームでよい。別に静磁気相互作用と呼ばれる微粒子間相互作用も存在するが、この相互作用は、交換相互作用と比較すると非常に大きい粒子間距離にわたって作用する。静磁気相互作用を減少させると、真性の媒体ノイズがわずかに減少する。しかしながら、静磁気相互作用の効果によって、ヒステリシスループの方形度（スクエアネス）およびスイッチング磁場のより狭い分布が改良され、従ってPW50およびOWが改良される。（ここで、PW50は、時間もしくは距離において表されるビットのパルス幅であり、最大値の半分のパルス幅として定義されるものである。オーバライト（OW）は、存在するデータをオーバライトする媒体の能力の程度である。）そのため、静磁気相互作用は全体として許容されるのである。

【0003】磁気媒体から最高の性能を得るために、PW50、ノイズおよびOWを最適化しなければならない。各々の性能基準が相関関係にあるために、この最適化は難しいタスクとなる。例えば、保磁力（Hc）を高め、PW50をより狭くすると、逆にOWに悪影響を与える。Hcが増加すると、OWが劣化するからである。狭いPW50は、小さい、残留磁化と層厚の積（MrT）を有する薄い媒体によって生じるが、媒体の信号が小さくなるために、読取ジッタが増加する。ヒステリシス曲線の方形度を大きくすることにより、より狭いPW50が達成されるが、一般に方形度を大きくすると、ノイズが増加する。このように、PW50を狭くできる量は、ノイズの増加によって制限される。交換結合を破壊するために粒子を分離するか、もしくは絶縁する機構を与えると、真性の媒体ノイズが効果的に除去される。粒子の交換相互作用を除くことによって、ノイズが改良される。静磁気相互作用を減少すると、ノイズがわずかだけ減少するが、ヒステリシス曲線の方形度が小さくなり、かつスイッチング磁場の分布が大きくなるために、PW50およびOWの性能が劣化する。最高の媒体性能を得るために、MrTが、より優れたOWおよびPW50を得るために、小さくされなければならないが、さらに、許容できる読取ジッタを維持するのに十分な信号を保持しなければならない。このことは、主に膜厚を薄くし、（そのことによって記録ヘッドポールチップと媒

体との間の間隔損失を減少し、かつより高い飽和磁化 (M<sub>s</sub>) を有する合金を用いることによって、達成される。

【0004】そのために、高密度記録応用に最適な薄膜磁気記録媒体、すなわち高いビット密度をサポートできる薄膜磁気記録媒体が、スイッチング磁場の分布、保磁力の方形度 (S \*) と残留保磁力の方形度 (S \*<sub>re</sub> m) を損なうことなく、低ノイズを必要とする。ビットジッタが減少するために、記録密度が増加可能となる。最適な性能を得るために、磁気膜の個々の粒子は、交換相互作用を除去するために絶縁されなければならず、また粒子は均一でなければならず、さらに、高いヒステリシス方形度を維持しながら真性の媒体ノイズを最小化するためにサイズの小さい分布を有さなければならぬ。上記性能基準のうちのいくらかを最適化することを許容してきた磁気媒体の一つは、コバルト (Co) および白金 (Pt) による合金を基礎とするものである。Co Pt は代表的には、ニッケル (Ni), クローム (Cr) 等と合金になる。記録容量を増加し且つ性能を上げたいという要求により、Co-Pt 基合金を改良する方法が探求されるようになった。上述のように、高いH<sub>c</sub> を有する膜は、より狭いPW50を生成し、従って高い記録密度を許容する。H<sub>c</sub> を増加する一つの方法は、膜における白金の原子量百分率 ("原子%") を増加することである。しかしながら、白金の含有量が増加すると、SNR (信号対雑音比) は、媒体ノイズに比例して減少するのではなく、信号の振幅が小さくなることにより減少することが知られる。

【0005】媒体ノイズを減少するためには、磁気膜に5から30原子%の濃度で酸素を注入することもまた知られている。しかしながら、酸素を注入すると、H<sub>c</sub> およびS\*が減少する。H<sub>c</sub> を増加するための別のアプローチは、アルゴンおよび窒素の雰囲気中におけるスパッタリングにより薄膜磁気媒体を堆積することを含む。しかしながら、この方法により生成される磁気膜は、M<sub>s</sub> を減少させる。また、この方法により生成された膜は、強磁性を示さない。この方法は、比較的高温で堆積された膜を焼なましするステップを附加的に必要とし、コバルト膜からかなりの量の窒素を拡散する結果、膜が強磁性を示すようにする。現在および将来の高密度磁気媒体に対する要求は、H<sub>c</sub>, M<sub>s</sub>, SNR等のトレードオフの機会を排除することである。そのためには、大きい割合の方形度、高いSNR、高いオーバライトおよび小さいPW50を生じつつも、薄膜磁気合金の保磁力を増加させるための技術が現在必要である。

#### 【0006】

【発明の概要】本発明において、合金の信号対雑音比を増加するために、1原子%以上の窒素を膜にドープしたCo Ptを基とする改良合金を提供し、この合金を備える磁気記録媒体を形成するための方法を提供する。保磁

力が予め設定した目標値より下がり、また方形度が好ましくないレベルまで落ちるところを限度として、該合金はドープされることができる。開示される磁気合金は、窒素でドープされ、例えば1400エルステッドもしくはそれ以上の範囲における高い保磁力を有し、且つ窒素でドープされていない同じ合金と比較すると大きいSNRをも同時に有している。ドープされない合金と比較すると、高い方形度も得られる。窒素を導入することによって、内部粒子の間隔が最小化され、粒子の成長がかなり均一になると考えられる。窒素導入の効果は、磁気層の下に核生成層を用いることによって非常に高められる。核生成層は代表的にはNiPから成り、例えば酸素でドープされることができる。ある一つの核生成層は、重量百分率1% (1重量%) のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を含んだNi<sub>3</sub>Pから成る。重要なことには、核生成層の粒子構造および窒素を含有する磁気合金は、磁気膜の粒子間の間隔において窒素が分離するのを容易にし、粒子間の交換相互作用によって生じるノイズを減少する。粒子 "クラスター" は最小化され、均一な粒子のトポロジーが達成される。磁気膜に注入される窒素量が増加するにしたがって、この効果による利点も増大することが発見された。そのために、発明者等は、例え方形度、SNR、オーバライトおよびPW50のような膜のいかなるパラメーターをも損なうことなく、磁気膜に注入する窒素量を増加させる方法論を探求してきた。

【0007】全体として、低い溶解度の要素は、窒素注入により得られる確実な利点を提供し、すなわち結晶粒界の交換相互作用を選択分離および破壊することによって低ノイズが提供される。そのため、窒素の代わりに、ホウ素 (B), リン (P), 硫黄 (S), 炭素 (C), シリコン (Si), ヒ素 (As), セレン (Se) およびテルル (Te) のような他の溶解度の低い要素が用いられることができる。本発明の合金は、タンタル (Ta), チタン (Ti), ニッケル (Ni), ホウ素 (B), Cr等のよう付加的要素を含むことができる。合金の付加的要素の濃度は、窒素の注入と同様に、膜の磁気的および物理的特性を最高にするように選択される。例えば、膜において少なくとも1原子%の窒素をドープされるCoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.12</sub>Ta<sub>0.05</sub>Ti<sub>0.05</sub>B<sub>0.02</sub> (膜は、この構成を有するターゲットから生成されたことを意味する) が、H<sub>c</sub>, SNR, OWおよびPW50を維持もしくは改良しながら、高い方形度を提供した。本発明による薄膜磁気合金を形成する一つの方法は、窒素を多く含む雰囲気中でスパッタリングすることであり、その結果、窒素は、ターゲット要素とともにスパッタされた膜に吸収される。別の方法は、適当な量の窒素をドープされた合金構成要素を含むターゲットからスパッタリングすることによって、薄膜磁気合金を形成することである。

#### 【0008】

【実施例】図1は、本発明に従って構成されたリジッド薄膜磁気ディスク10の横断面図である。ディスク10は、アルミニウム合金基板12、その上のメッキ層14を構成要素とし、めっき層14は、代表的にはNiPで構成され、従来技術で知られる無電解メッキもしくは他の方法で形成される。層14の厚さは、代表的には5から20μmである。NiPのめっき層14は、比較的軟らかいアルミニウム基板12上で、強い機械的なサポートを与える。層14が基板12上にメッキされた後には、ディスクは、研磨され、組織化（テキスチャー）され、清浄される。詳細に記される本実施例はアルミニウム基板を用いているが、ガラス、（コーニング社のガラスセラミック材料の商標である）メンコ（Memcor）、カーボン基の材料、シリコン、チタン、ステンレス鋼等のような他の基板材料に基づいた媒体も、同様に本発明の意図する範囲内である。スパッタされた核生成層16は層14上に堆積されるが、イオンメッキおよび蒸着のような他の方法も知られており、それらは利用することができる。層16をスパッタリングする際の環境の例として、圧力が5から40ミリトルで電力密度が2から3ワット/cm<sup>2</sup>である環境があげられる。代表的には、スパッタされる核生成層16は、30から100nmの厚さを有する。

【0009】一般的に、核生成層16は、NiPを含み、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、HfO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>等の酸化物のような選択された添加物（ドープメント）も含むことができる。一つの実施例において、スパッタされた核生成層16は、1重量%のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は5重量%まで含むことが可能である）を伴って、Pを約1.5重量%有するNiPから構成される。核生成層の要素およびその濃度を適切に選定することが、窒素注入の最適な効果を得る際に非常に重要であることに気付かれた。発明者等の理解においては、核生成層は、隣接する磁気層に、付加的な要素を分離するために必要な粒子構造を提供し、ノイズを減少させ磁気性能を改良するために結晶粒界の交換結合を破壊する。しかしながら、NiPと異なる材料および酸化物もまたこの結果を与える。磁気合金層18は核生成層16上に堆積される。一般的に、層18はCoおよびPtを含む合金である。一つの実施例において、合金はさらにNiを含む。この実施例においては、白金濃度はおよそ5から20原子%の間であり、ニッケル濃度は0からおよそ10原子%の間であり、コバルト濃度はおよそ7.5原子%以上である。

【0010】本発明の別の実施例において、磁気層18はおよそ10原子%もしくはそれ以下の濃度において、付加的な合金の要素Ta及び/又はTiをさらに含む。各々のこの要素は、磁気層の他の特性と同様に、窒素を多く供給するための磁気層の能力を改良する。Crも例\*

\* えば濃度が約3原子%に至るまで注入することができるので、Crを付加することによって耐腐食性が増加するが、結果としてMsがいくらか減少する。付加的には、ホウ素、B、を磁気合金層18に付加することによって、例えれば媒体ノイズをさらに減少することができる。磁気層におけるBの濃度はおよそ6原子%にまで変化することができる。全体として3原子%もしくはそれ以下の微量のBは、媒体ノイズを減少させ、従って記録媒体のMsを大きく劣化しないように選定した合金の信号対雑音比を改良するのに十分であることが発明者等の実験により明らかとなった。一般的に、Ta、Ti、Cr及び/又はBの合計は、高いMsを維持するためには合金全体の20原子%を越えるべきではない。しかしながら、種々の構成要素の正確な量は、上述もしくは下述の挙げられた範囲において調整され、結果として生成される媒体の1つもしくはそれ以上のアスペクトを最適化する。また、Ni、Ta、Ti、CrおよびBを付加することがここで説明されてきたが、この説明を、適切である他の要素を付加することを除くとるべきではない。

【0011】最後に、従来技術で知られるタイプの保護上層20、例えれば水素化されたカーボン、もしくはZrO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>等のような酸化物、もしくはTiN、ZrN等のような窒化物と、従来技術で知られるタイプの潤滑層22、例えれば固体もしくは液体の潤滑剤が、磁気層18上に付加される。保護上層20および潤滑層22の内容は本発明の範囲ではなく、ここで詳細に説明はしないこととする。特に、一つの実施例として、磁気合金層18は、RFダイオードスパッタされたCoNi<sub>0.7</sub>Ti<sub>0.05</sub>Ta<sub>0.05</sub>B<sub>0.02</sub>であった（下付きの数字は原子%を表し、例えればNiは7原子%であることを表し、下付き数字のないのは合金の残りの百分率を示す）。磁気合金スパッタチャンバーは、減圧排気され、アルゴンと窒素の混合物を注入される。テストの際には、アルゴン窒素混合ガスの窒素濃度を変化することによって、変化する窒素のレベルを注入する効果を調べた。スパッタチャンバーにおける圧力は、約1.5から3.5ミリトルであった。スパッタ電力密度は、約1.5から3ワット/cm<sup>2</sup>であった。種々のガス濃度（体積百分率“体積%”）においてスパッタされたCoNi<sub>0.7</sub>Ti<sub>0.05</sub>Ta<sub>0.05</sub>B<sub>0.02</sub>合金によるサンプルは、ガス中の窒素の体積%の関数として、磁気層18に注入された窒素量を定めるために、化学分析用の電子分光法（ESCA）の技術を利用して、窒素1sおよびコバルト2p<sup>3/2</sup>のピークを分析された。各磁気膜における窒素の原子%は、テーブル1および図2に従うと、コバルトとの比として決定された。膜に窒素を注入することは巨視的に視ると線型的であると認識される。そのために、図2の24に示される注入カーブを評価した。

【0012】

7	0 体積%	窒素検出されず (検出限界~1%)	0	8
1. 2 体積%	0. 04 ± 0.1	3. 04 ± 7.6 原子%		
2. 4 体積%	0. 06 ± 0.1	4. 56 ± 7.6 原子%		
4 体積%	0. 06 ± 0.1	4. 56 ± 7.6 原子%		

テーブル1

磁気膜に注入された窒素が、窒化物の形態において存在することは、窒素ピークの結合エネルギーから明らかである。図3は、窒素量を増加することにより種々の膜のHcに与えられた影響を示す。図3によると、従来技術である合金CoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.1</sub>に対して膜に窒素を付加すると、急速にHcが減少する。窒素をこの膜に注入し、比較的多い窒素量を付加する利点を得るために、例えば膜中のPtの原子%を上げることによって、この膜の保磁力が、増加されなければならないことを、このことは意味する。すなわち、合金の構成は所望の保磁力で所望のノイズ性能を得るために調整されることができる。

【0013】しかしながら、図3に示されるように、Hcと合金CoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.1</sub>Ta<sub>0.02</sub>に対するガス中の窒素百分率とのプロットは、窒素が増加するにつれて、合金CoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.1</sub>に対するHcよりも緩やかに減少することを示す。実際に、窒素濃度が0.3から0.6体積%の範囲で、Hcがいくらか増加することを確認した。図3に示されるように、Hcと合金CoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.12</sub>Ta<sub>0.05</sub>Ti<sub>0.05</sub>B<sub>0.02</sub>に対するガス中の窒素百分率とのプロットは、Hcが窒素濃度体積百分率\*

合金	窒素	Hc	S	S*rem	S*
CoNi <sub>0.9</sub> Pt <sub>0.12</sub> Ti <sub>0.05</sub> Ta <sub>0.05</sub> B <sub>0.02</sub>	2体積%	1977	0.85	0.924	0.9
CoNi <sub>0.9</sub> Pt <sub>0.1</sub> Ta <sub>0.03</sub>	1体積%	1489	0.798	0.924	0.884
CoNi <sub>0.9</sub> Pt <sub>0.1</sub>	1体積%	360	0.74	0.84	0.765

テーブル2

図4において、本発明による磁気膜の保磁力と書きジッタ("WJ")のプロットを示す。磁化ノイズが主に遷移(トランジション)に存在するために、WJは各遷移の検出位置における不安定性を測定することに気付かれない。その不安定さは、平均位置に関する検出された遷移量の単なる標準偏差である。高い書きジッタは低いSNRを示し、低いSNRは高い書きジッタを示す。ジッタ測定法の詳細は、H. P. アプリケーションノート#358-3で、"ディスク駆動装置の時間領域特性表示"において議論されている。図4の膜は、2.5memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を有し、種々の濃度で窒素を堆積されたCoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.12</sub>Ta<sub>0.05</sub>Ti<sub>0.05</sub>B<sub>0.02</sub>からなる。グジク(Guzik)501(グジクコーポ、サンタクララ、カルフォルニア)で、これらの膜のWJは、3.2/0.3/3.2 μmのp1/g/p2、6.0 μmのトラック幅、42巻数の薄膜誘導性ヘッドを用いて測定され、浮上量は、線速度12.5m/se<sub>c</sub>で0.063 μmであった。図4の膜は、窒素の1.2体積%の辺りで、Hcのピーク値、約2300エルステッド

\* 0.5から1.2体積%において激しく増加し、窒素をさらに加えると(すなわち体積百分率2%以上)最終的にHcが減少することを示す。しかしながら、CoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.12</sub>Ta<sub>0.05</sub>Ti<sub>0.05</sub>B<sub>0.02</sub>に対するHcの減少は、CoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.10</sub>Ta<sub>0.03</sub>に対する減少する割合よりも緩やかである。テーブル2は、膜の方形度における窒素注入の効果を示す。CoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.10</sub>およびCoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.10</sub>Ta<sub>0.03</sub>膜は、アルゴン中に1体積1%の窒素が存在する同一の状況下においてスペッタされた。CoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.12</sub>Ta<sub>0.05</sub>Ti<sub>0.05</sub>B<sub>0.02</sub>膜も、ガスが2体積%の窒素を含むことを除いては、他の2つの膜と同じ状況下でスペッタされた。明確にすると、CoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.10</sub>に対して1体積%の下では、Hc、S、S\*remおよびS\*の各性能パラメーターは満足できなかった。CoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.10</sub>Ta<sub>0.03</sub>に対して1体積%の下では、方形度はかなり改良され、保磁力は高く維持された。しかしながら、CoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.12</sub>Ta<sub>0.05</sub>Ti<sub>0.05</sub>B<sub>0.02</sub>膜は、非常に高いHcを維持し、一方では優れた方形度を示した。重要なこととしては、この結果は窒素体積百分率が2体積%である高い濃度で達成された。

【0014】

ドを示す。更に、図4の膜は、窒素ガスが増加すると(すなわち任意のHcに対して膜中に窒素が注入される)、およそ1500エルステッド以上のHcに関連する窒素濃度の幅広い範囲で、Hcが非常に緩やかに減少する。重要なこととして、WJは高い保磁力を有する膜に対してはかなり小さい。特に、保磁力が1500から2000エルステッドの間で、WJは3.50から3.75 nmの範囲であった。また、窒素の含有量が2.4体積%の下では、WJは最小値3.50 nmであり、保磁力はおよそ1700エルステッドであった。このことは、本発明の重要な利点であり、すなわち磁気膜に窒素を注入することによって、高いHcを維持しながら、媒体ノイズを減少させ、SNRを増加する。

【0015】発明者等は、2.5memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を有するCoNi<sub>0.9</sub>Pt<sub>0.12</sub>Ta<sub>0.05</sub>Ti<sub>0.05</sub>B<sub>0.02</sub>磁気膜に対して窒素濃度を変化した関数として残留方形度を測定し、その結果を図5に示した。この膜はおよそ20ミリトルル(mTorr)でスペッタされ、結果として450 Åの厚さの磁気層が生成された。図5によって、窒素濃度が増

加するにつれて、方形度および保磁力の両方が増加している結果が示される。特に、窒素が2.0体積%の辺りで、図5の膜の方形度は最高になる。このように、窒素含有率の高い膜は、低ノイズ、高いHcおよび高い方形度を提供する。発明者等は、本発明により提供される利点は、磁気合金の粒子境界での窒化物の構成に基づくと確信する。この窒化物は内部粒子交換相互作用を減少し、それによって真性の媒体ノイズを最小化する。この絶縁の効果は、比較的多量の窒素を注入することによってかなり高められる。そのために、ある合金の要素が、Co-Ptを基とする磁気合金に加えられたときに、比較的多量の窒素を注入することによる効果が大きく上がることとなり、高いHcを維持し、ノイズをかなり減少させ、高い方形度を維持できることを発明者等は発見した。発明者等は、窒素および酸素が、膜の磁気特性および微細構造に与える影響を比較した。図6は、酸素が0.7体積%存在するスパッタリングガス中においてスパッタされたCo-Pt合金の磁気粒子の高解像度顕微鏡写真である。図7は、同様にCo-Pt合金の磁気粒子の高解像度顕微鏡写真であり、この合金は窒素が0.7体積%存在するスパッタリングガス中においてスパッタされた。この高解像度顕微鏡写真は、およそ30kvで動作する日立S900走査型電子顕微鏡を用いて得られた。

【0016】図6および図7を比較すると、図6に示された粒子は、図7に示された粒子よりもいくらか小さい。また、図6に示された合金の多数の粒子は、結合して“クラスタ”を形成する。“クラスタ”的大きさは、“クラスタ”の間で分離するため、顕著に変化する。そのような非均一な粒子構造は、広いスイッチング磁場の分布の結果として生じる。米国特許第5,066,552でハワード等により示されるように、Hcは増加するが、方形度が急速に下がるという正味の効果がある。図7に示される合金は、非常に均一な内部粒子の絶縁性を有する複数の単粒子を示す。そのような均一な粒子構造は、テーブル2に示されるように、より狭いスイッチング磁場の分布、大きいHcおよび方形度を提供する。従って、酸素を注入した場合と比較すると、窒素の注入が、少なくとも一部において均一な粒子構造および内部粒子絶縁性に基づいた優れた磁気特性を提供すると発明者等は結論づける。他の記録性能パラメーターに大きな悪影響を与えることなしに、窒素が、非常に低い媒体ノイズを結果として生じさせる理由は、コバルト白金合金の低い溶解性にあると考えられる。低い溶解性は、付加的な非磁気要素を内部粒子領域に選択的に分離する。上述のように、このことは、内部粒子間の交換結合を破壊し、それによってSNRを高めることになる。さらに、僅かな割合のそのような低い溶解性要素が、内部粒子間交換相互作用を破壊する際に効果的に加えられが必要であり、それによって、付加的な要素の最小量のみが粒子体

の内部に留まり、比較的高いM<sub>s</sub>を維持する。

【0017】一般的に、低い溶解度の要素が、窒素注入によって得られる的確な利点を提供し、すなわち選択的な分離および内部粒子交換相互作用の破壊によって、低いノイズが提供される。例えば、前述のホウ素に関する結果は、わずか2から3原子%ほどのホウ素がSNRを顕著に改良するのに十分であることを示す。周期表のIII BからV B族の元素が、コバルトにおいて低い溶解度を有するために、これらの元素は、CoPt合金のSNRを高めるための付加的な要素として効果的である。

(オハイオ、1986)アメリカ金属学会、T. B. マッサルスキ(Massalski)編“二要素から成る合金状態図”1および2巻に示される位相状態図から明らかのように、そのような要素の特別な例は、B, P, S, C, Si, As, SeおよびTeを含む。多数のCoPt合金システムが存在し、その中にかかる低い溶解性要素が注入され、低い媒体ノイズを提供することが可能であることを、発明者等は結論する。かかるシステムは、比較的高い(例えば、10原子%もしくはそれ以上の)Pt含有率を有するCoPt合金を含み、Crを含まず、Niを含むことができる。付加的な要素を合金システムに注入することは、気体、固体もしくは流体によって、またはスパッタリング、めっき処理もしくは他の適当な方法を施すことによってなされる。かかるシステムは、本発明の企図する範囲内のものである。

【0018】本発明は上述のように特別な実施例に関して記されてきたが、本発明の精神および範囲内で、当業者であれば様々な変更が可能である。例えば、窒素注入の主要なメカニズムが、不活性スパッタリングガス中に窒素を導入することによって成された。磁気層の形成中にスパッタリング要素が窒素を吸収する。しかしながら、窒素は、NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO等のような他のガスの形態においても導入されることが可能である。同様に、窒素が磁気層の要素を含む他の要素と共にスパッタ堆積されるような適当な窒素濃度で、スパッタリングターゲットは、ドープされることができる。代替的には、窒素が、窒化物等を含む分離ターゲットから共スパッタされ、そのため、窒素注入における様々な変化が本発明の範囲のものとなる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明により構成されたリジッド薄膜磁気ディスクの横断面図である。

【図2】ガス中の窒素の体積百分率の関数として、磁気層に注入された窒素の量をプロットしたものである。

【図3】窒素量の増加が様々な磁気薄膜のHcに与える効果をプロットしたもの。

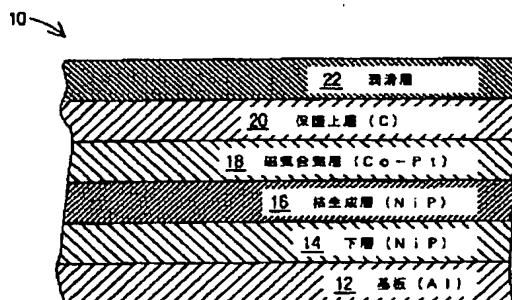
【図4】本発明に従って2.5emu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を有するCoNi<sub>0.7</sub>Pt<sub>0.14</sub>Ta<sub>0.05</sub>Ti<sub>0.05</sub>B<sub>0.02</sub>磁気膜に対するスパッタガス中の窒素の体積百分率と、保磁力および書きジッタをプロットしたものである。

11

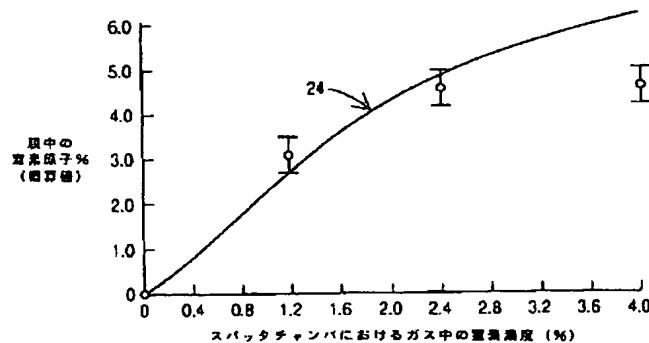
【図5】本発明に従って $2.5\text{emu}/\text{cm}^2$  のM<sub>rt</sub>を有するCoNi<sub>0.7</sub>Pt<sub>0.12</sub>Ta<sub>0.05</sub>Ti<sub>0.05</sub>B<sub>0.02</sub>磁気膜に対する窒素濃度の変化の関数として、残留方形度を示したものである。

\* 【図6】酸素の体積百分率が0.7%であるガス中ににおいてスパッタされたCoPt合金の顕微鏡写真である。  
【図7】窒素の体積百分率が0.7%であるガス中ににおいてスパッタされたCoPt合金の顕微鏡写真である。

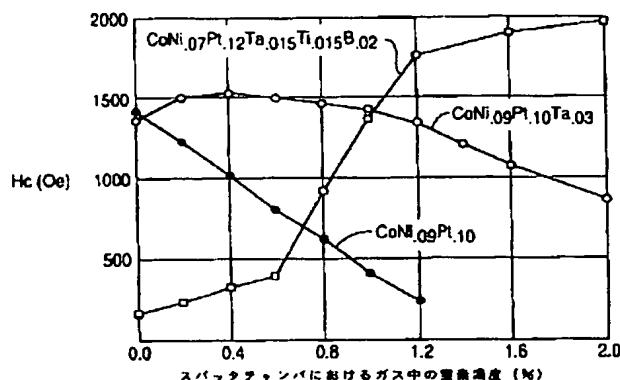
【図1】



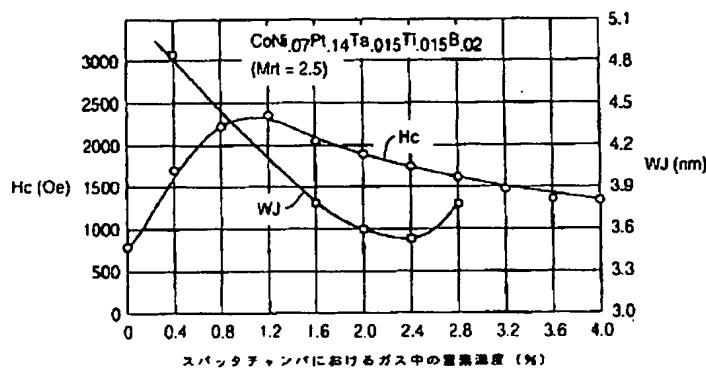
【図2】



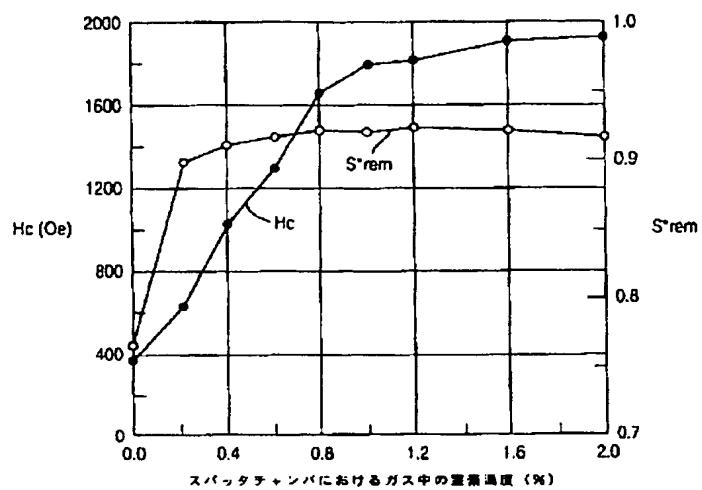
【図3】



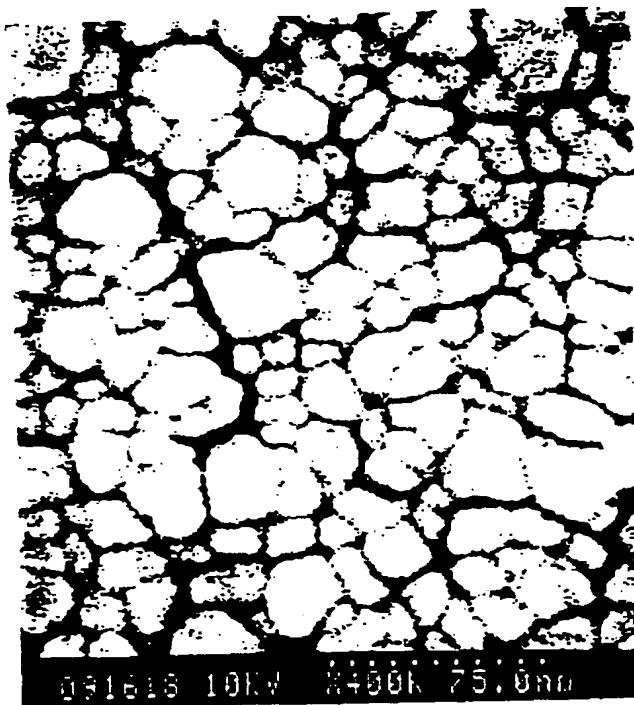
【図4】



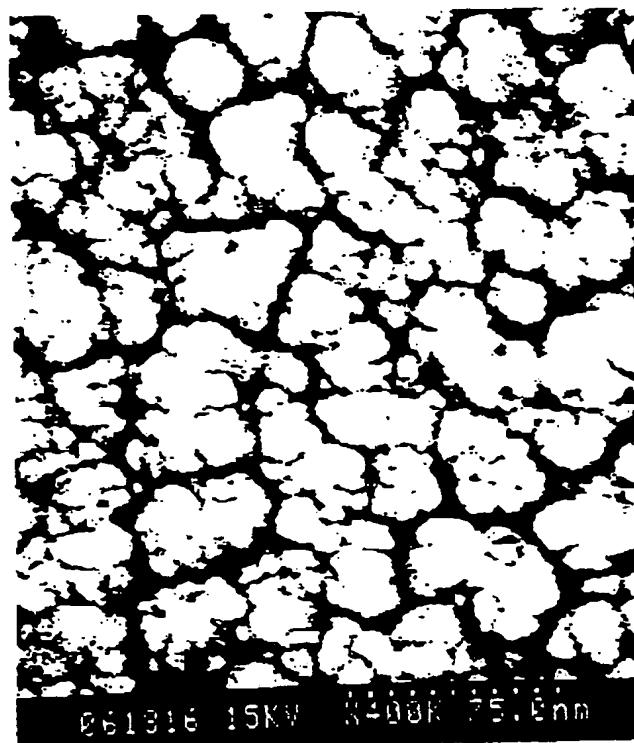
【図 5】



【図 6】



【図7】




---

フロントページの続き

(72)発明者 ジョン コー イエン チェン  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
 95032 ロス ガトス ノース 1103 チ  
 ャーチ ストリート 55  
 (72)発明者 ラジヴ ヤダヴ ラニアン  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
 95119 サン ホセ ラドコ ドライヴ  
 6560

(72)発明者 ツトム トム ヤマシタ  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
 95035 ミルピタス グレンヴィュー ド  
 ライヴ 2305  
 (72)発明者 キース カドクラ  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
 95014 クーパーティノ ヴァイ アベニ  
 ュー 21379  
 (72)発明者 ティン ジョセフ ユーエン  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
 94538 フリーモント ネルソン ストリ  
 ート 4842